

총설

광기능성 시트 보호용 테이프와 점착제의 기술현황 및 시장동향

송현석*** · 권혁진* · 박영준** · 임동혁** · 김현중**,[†]

*삼지산업 기술연구소, **서울대학교 농업생명과학대학 환경재료과학 전공, 바이오복합재료 및 접착과학 연구실

Technical Status and Market Trend of Protective Tapes and Adhesions for Optical Sheets or Plates for Display

Hyunsuk Song***, Hyuk-Jin Kwon*, Young-Jun Park**, Dong-Hyuk Lim**, Hyun-Joong Kim**,[†]

*Samji Industry Co., Ltd, #777, Shinwang-Ri, Yanggam-Myun, Hwasung 445-931, Korea

**Laboratory of Adhesion & Bio-Composites, Program in Environmental Materials Science, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

Abstract: 보호용테이프의 목적은 제품 표면소재의 성형, 이송, 보관 중 외력에 의한 충격 및 손상으로부터 표면을 보호하여 상품 가치를 높여주는 것으로 건축·가전은 물론 생활에 필요한 다양한 제품의 표면 보호를 위해 사용된다. 최근 산업의 발달에 따라 다양하고 섬세한 제품들을 위한 보호용 테이프의 역할이 중요하게 여겨지고 있는데, 대표적인 것이 디스플레이 산업이다. 광기능성 시트 중 LCD (liquid crystal display)에는 편광 필름과 후광장치(Back Light Unit, BLU) 부품이 있다. 각 시트들은 독립적으로 제작이 되며, 제조된 각 시트와 합지, 펀칭 등을 거쳐 어셈블리 과정을 거치는데, 이 과정에서 시트를 보호하는 역할을 하는 것이 보호용테이프이다. 각 시트의 표면을 보호하기 위해 일시적으로 표면 부착시키고, 어셈블리 작업시 테이프를 탈착시키는 용도로 사용되고 있다. 더불어 광기능성 시트 보호용테이프는 광기능성 시트 자체만큼 그 중요성이 강조되고 있는데, 광기능성 용도의 시트는 높은 투과도 및 청결도가 요구되기 때문이다. 이러한 시트는 작업 및 운반과정에서 청결도를 유지하지 못하면 투과도나 본래 기능 자체에 영향을 받게 되어 사용이 불가능하게 된다. 따라서 이러한 과정 중에 사용되는 보호용 테이프는 시트에 영향을 주지 않도록 청결도 및 적절한 점착 성능이 요구된다. 따라서 여기서는 광기능성 시트에 대한 설명과 그 시트를 보호하는 보호용 테이프의 기술적인 필요조건에 대하여 기술하고자 한다.

Keywords: 보호용 테이프, 광기능성 시트, LCD, 편광 필름

1. 서론

인류의 생활이 발달함에 따라 정보를 전달하는 방법은 청각적인 방법에서 시각적인 방법으로 점점 전이되어 왔다. 청각적인 정보는 시각적인 정보보다 그 신빙성이 약하므로 시각적인 정보가 좀 더 정확한 정보를 사실적으로 전달하는 수단으로 발달해왔다. TV의 발달은 사람들에게 멀리 있는 정보도 시각적인 정보로 변환시켜 이해하도록 하였으며, 사람들

은 좀 더 사실적이고 명확한 정보를 원하게 되었다. 1900년 초에 발명된 TV에 대해 사람들의 요구사항은 점점 더 많아졌으며, 그럼에 따라 흑백에서 컬러(color), 저해상도에서 고해상도, 그리고 순수 정보 전달용에서 기능성까지 요구하게 되었다.

과거 CRT (cathode ray tube)로 대비되던 디스플레이는 현재 FPD (Flat panel display)로 변환이 되었으며, 그 중에서도 LCD (Liquid crystal display), PDP (plasma display panel) 등이 각광을 받고 있다. CRT의 경우 전기에너지를 전자가속을 통하여 충돌시켜 빛

[†] 주저자(E-mail: hjokim@snu.ac.kr)

을 내는 방식이지만, 이 방식은 선명도나 해상도가 떨어지기 때문에 그 대안으로 나온 것이 PDP와 LCD이다[1]. PDP의 경우에는 고전압으로 인해 가스가 방전되면서 나오는 빛을 이용한 방식이며, CRT에 비해 해상도가 훨씬 뛰어나다. LCD는 자체 발광된 빛을 광기능성 시트에 전달하고, 전기신호로 액정을 통제하여 필요한 빛을 통과시키는 방식으로 선명도가 PDP에 비해 좀 더 나은 수준이다. PDP의 경우 가스 방전에 의해 빛을 내므로 자체 광원이 있는 LCD보다는 선명도가 떨어지지만, 대형화를 쉽게 할 수가 있다는 장점이 있는 반면에, LCD의 경우 비록 대형화는 PDP에 비해 불리하지만, 자체 광원으로 인해 훨씬 선명한 화면을 제공할 수 있다는 장점이 있다. 특히 HD (high definition) 방송 송출이 보편화되면서 LCD의 시장입지는 더욱 커지고 있다고 보여진다. 현재 시장상황은 LCD가 PDP에 비해 점유율이 6:4 정도로 앞서고 있다고 보여진다. 특히 대형TV의 경우 PDP가 유리함에도 불구하고 Figure 1에 나타난 것처럼 선명도가 뛰어난 LCD가 점점 그 입지를 넓혀가고 있는 실정이다[2].

LCD의 경우 종래의 적은 크기에 고화질 위주의 생산체제에서 점점 대형화 체제로 가고 있는데, 그 주된 이유는 더 큰 화면에서 고화질을 보고자 하는 고객의 요구도 있지만, PDP의 대형화에 따른 LCD업체의 대응책이기도 하다. LCD의 경우 자체 발광을 빛으로 확산시키는 체계이기 때문에, 이러한 단점을 만회하기 위하여 발광방식을 다르게 변형시키려 노력하고 있다. 현재의 발광방식인 형광램프에서 각 소자가 발광하는 OLED (organic light emitting diode) 방식을 연구하고 있다[3].

디스플레이의 발전 방향은 종래 흑백TV에서 고화질 컬러TV로 바뀌었다. 더군다나 적용대상이 공중파를 수신하는 수상기를 비롯하여 컴퓨터 모니터와 이동이 가능한 핸드폰으로까지 발전하였다. 미래에는 선명도가 뛰어나면서 휘어짐이 가능한 디스플레이 영역에서부

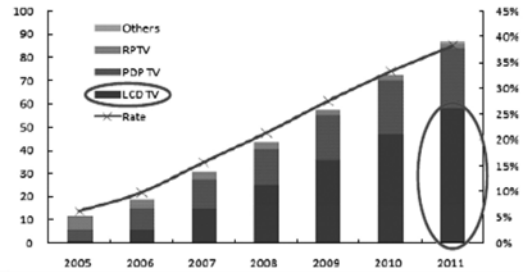


Figure 1. 40인치 이상 전세계 TV전망[4].

터 3D가 가능한 디스플레이 장치가 개발될 예정이다.

현재 LCD시장의 선두주자는 삼성전자로 전체 시장에서 판매대수 1위를 달리고 있다. 그 뒤를 LG-Philips LCD (이하 LPL)이 잇고 있다. 2006년 기준으로, 두 업체가 시장의 약 45%를 잠식하고 있으며, 그 뒤를 대만업체인 AUO, CMO, CPT 등이 경쟁하고 있다. 근래에 들어 대만의 투자는 국가적인 차원에서 이루어지고 있으며, 일본 업체들과 제휴의 움직임도 일고 있다[4,5].

2. 광기능성 시트

LCD는 빛을 전달하는 장치인 BLU, 편광시트, TFT (thin film transistor) 유리판, 액정, C/F (color filter) 유리판 등으로 구성이 되어 있다. 빛을 내는 BLU에서 편광시트와 유리판을 거친 빛은 전압에 의해 조정된 액정을 이용해 통제하고 편광필름을 통과시키며 화상을 만드는 방식이다. 광기능성 시트는 BLU의 부품으로서 빛을 내는 장치인 만큼 그에 영향을 주는 인자에 특히 민감하다. BLU는 각각 램프, 반사시트, 도광판, 확산시트, 프리즘 시트 그리고 보호시트로 구성이 되어 있다. 일반적인 LCD의 BLU 구조는 Figure 2와 같다[6].

BLU의 기술이 점점 발전함에 따라 현재 빛을 내는 데 드는 전력량을 점점 줄이는 데에 초점을 맞추고 있으며, 적은 전력 양으로 밝은

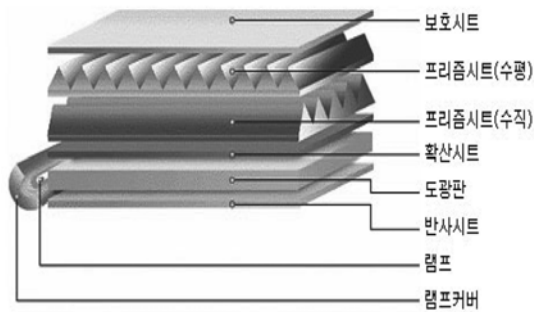


Figure 2. TFT-LCD의 BLU의 평면구조[6].

빛을 내는 방법을 계속적으로 연구 중에 있다. 또한, BLU의 특성상 빛이 유도되는 정도에 따라 사각(死角)이 존재하는데, 이 사각을 줄이기 위한 기술개발 역시 진행 중이며, 소형 LCD부터 사각의 완화 정도가 개선되고 있는 중이다. BLU 중에서 보호용 테이프가 필요한 시트는 프리즘시트, 확산판(시트), 도광판, 반사시트가 있다. 그리고 BLU 위에 위치하며, BLU에서 나오는 빛을 순화시켜주는 편광판 역시 보호용 테이프가 필요한 부품이며, 광기능성 시트라고 할 수 있다[7].

2.1. 프리즘 시트

프리즘 시트는 빛이 수직, 수평으로 확산되어 휘도가 급격하게 떨어지는 것을 막고, 굴절, 집광시키는 역할을 하는 시트이다. 빛의 손실을 막고 형광램프에서 보내온 모든 빛을 집중시켜 해상도를 좋게 하는 역할을 한다[8]. 프리즘시트 구조는 원판인 PET 필름에 띠모양의 마이크로 프리즘 격자가 형성된 형태이며, 보통 수평모양과 수직모양의 각각 한 장씩을 한 세트에 이용한다. 프리즘 시트는 격자의 산 형태나 각도에 따라 집광성, 밀착성 등이 다르게 나타난다. 프리즘 시트의 수직방향 시트 한장은 휘도를 약 60% 증가시키고, 수직 수평을 합친 것은 휘도를 120% 향상시키는 효과를 가지고 있다. 그러므로, 수직방향과 수평방향을 한 세트에 하고 있다. 더구나, 프리즘 시트의 기능인 집광성은 휘도를 향상시켜,

전력소모를 줄여주고, 램프의 수명을 길게 하는 효과가 있다. 프리즘 시트를 만드는 PET 원료는 몇년 전만 해도 일본업체에 의존하였으나, 원유가가 올라가고 범용 PET 필름의 생산으로 수지를 맞추기 어려워진 국내 업체들이 고부가 가치를 지닌 프리즘 및 광기능성 시트에 눈을 돌리기 시작하였다. 현재는 일본 업체들이 시장의 반을 점유하고 있고 나머지 반을 국내 3대 공급업체인 SKC, 도레이-새한, 코오롱에서 공급하고 있다. 프리즘 시트의 모양은 각 업체마다 다르게 나타나는데, 가장 보편적인 형태는 3M의 BEF (bright enhancement film)으로 작년까지 특허권이 유지가 되면서 특허권을 가지고 있었을 때는 시장의 약 80% 이상을 3M BEF 필름으로 석권했다[9]. 3M과의 특허논쟁을 피하기 위하여 각 업체들은 자기만의 고유한 격자모양을 개발하였다. 대표적인 업체가 대만의 EFUN으로 3M과 특허문제로 법적 분쟁이 발생하기도 한 업체이며, 현재 자체 개발한 격자모양으로 생산을 하고 있다. 2006년 3M의 BEF 필름의 특허가 풀리는 시점에서 국내에도 대기업 중심으로 많은 업체가 개발 및 생산에 박차를 가하고 있는데, 대표적인 업체가 LG전자로 LPL 공급을 위해 중·대형 라인을 가동 중에 있으며, 그외에 미래나노텍, 두산전자, 제일모직 등이 후발주자로 생산을 하고 있다. 3M 역시 BEF의 특허권이 끝나는 시점에서 기존 프리즘 시트보다 그 집광성 등이 향상된 DBEF 필름을 생산하여 판매하고 있다[10]. 각 업체마다 프리즘 시트의 특성이 다른 것은 산의 모양 격자와 격자 사이의 간격 등으로 구분할 수 있으며, 디스플레이의 사이즈에 따라 그 간격은 더욱 다양하게 변화한다.

2.2. 확산판(시트)

확산판은 도광판의 위쪽에 위치하여 도광판에서 나온 빛을 확산 및 산란을 시켜 BLU 정면으로 유도된 빛의 휘도를 더욱 증가시키는 역할을 하는 시트이다. 프리즘 시트에 확산된

빛을 공급하며, 시야각을 향상시키고, 도광판을 거치면서 나오는 패턴무늬를 경감시켜주는 역할을 한다[8]. 기재는 PET를 주로 쓴다. PC (polycarbonate)의 경우 값이 싸지만, PET의 경우 비싸면서 휘도가 좋기 때문에 주로 사용된다. 다만, PET 표면에는 확산을 잘 시키기 위한 매개체로 bead, lens 등의 표면처리를 하게 된다. 확산판의 공급자로는 제일모직이 선두주자를 달리고 있으며, 그 뒤를 동우화인켐, 희성전자, 코오롱 등이 따르고 있다. 확산판의 경우 PET판 위에 표면처리물질의 정도에 따라 보호용 테이프의 적용이 결정되는데, 다른 시트에 비해 비교적 접근이 쉽다. 하지만, 최근 보호용 필름없이 생산되는 방식이 연구되어, 보호용 테이프의 수요가 점점 줄고 있는 실정이다. 또 확산에 프리즘 격자를 입힌 프리즘 확산판도 연구되고 있지만, 아직까지 대형에 적용이 되지 않고 있다[10].

2.3. 도광판

도광판은 램프에서 나온 빛을 균일한 평면으로 퍼주는 역할을 하는 시트이다[8]. 램프와 반사판에서 방출된 빛이 먼 곳까지 갈 수 있게 하는 기능을 가지고 있다. 이는 전반사의 원리를 이용한 것인데, 빛이 도광판의 전 영역을 통해 반사되어 BLU 상부에까지 도달하는 것이다. 하지만, 더 강한 빛을 보내주기 위하여 전반사를 난반사로 변환시키는데 이때 이용되는 것이 도광체이다. 도광체는 일정한 패턴을 가지고 있는데, 산란패턴, 굴절패턴, 반사패턴을 도트(Dot) 방식으로 인쇄한다. 그러면 그 홈의 깊이에 따라 빛이 난반사되어 멀리까지 도달하게 되는 것이다(Figure 3). 인쇄방식 뿐만 아니라, V-cutting 방식, 사출방식 등이 패턴을 새기는데 이용되고 있으며, 대부분 빛의 산란 및 반사도를 증가시키기 위해 사용되고 있다. 기본 기재는 PMMA (polymethylmethacrylate)가 사용되며, 경량화를 위해 간혹 올레핀(Olefin)계 투명수지가 혼용되어 사용되기도 한다. 하지만 PMMA의 경우 기계적

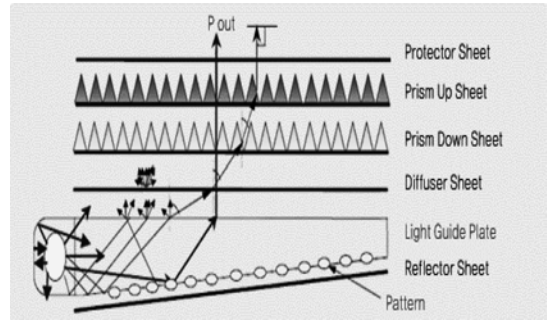


Figure 3. 도광판의 역할[8].

인 특성이 강하여 잘 깨지거나 휘어지는 등 물리적인 변화가 없고, 내화확성이 좋아서 변질되지 않으며, 고분자 중에서 빛에 대한 흡수성이 가장 낮아 투명성과 광택이 우수하여 빛을 반사 및 산란시키는 목적으로서의 판넬(pannel) 기재로 매우 적합하다[8].

주요 공급업체로는, 세화폴리텍, 희성전자, 제일모직, MRC 등이 있으며, 많은 군소업체들이 도광판을 제작하고 있다. 하지만 이 업체들이 구매하는 PMMA 수지가 대부분 일본 업체들 것이 많다. 대표적인 PMMA 수지 업체는 Sumitomo Chemical로 시장에 50%를 잠식하고 있으며, 그 뒤를 LG화학이 35%로 쫓고 있다. Asahi Chemical, Kuraray 등이 그 뒤를 잇고 있다. LG화학의 경우 2008년까지 21만톤 규모로 확대할 예정이며, 현 광학용 PMMA 시장을 35%에서 72%까지 시장을 잠식하는 것을 목표로 하고 있다[10].

2.4. 반사판

반사판은 램프에서 나온 빛을 BLU 상부로 반사시키는 역할을 한다. 아크릴 내의 잉크 표면에 도달하는 빛은 잉크 내로 흡수, 투과되기도 한다. 따라서 이러한 빛의 양은 빛의 손실로 이어지는데, 이 빛을 다시 강제로 입사시키는 역할을 하는 것이다. 반사판은 도광판 아래에 위치하며, 그 위에 패턴이 도포되어 있다. 그 패턴의 두께를 조절하여 반사시키는 양을 조절할 수 있다. 주요 기재는 PET로 표면에

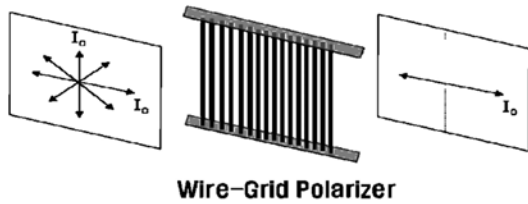


Figure 4. 편광자의 원리[12].

주로 은으로 코팅을 하며, 열에 의한 변형을 막기 위하여 티타늄으로 다시 코팅을 한다. 반사판의 경우 Teijin-Dupont과 Toray가 시장의 약 80%를 잠식하고 있다. Toray의 경우 광학용 PET 공급자로서 이 부분에 독보적인 위치를 차지하고 있다. 국내 업체인 신화오피라와 SKC도 반사필름을 생산하고 있고, 나머지 20% 시장에 공급을 하고 있다[10].

2.5. 편광필름

편광필름은 BLU위에 위치하여 통과된 빛이 파장을 관리하는데, 편광이란 전자기파인 빛이 수직으로 요동치는 가운데 특정 방향으로 강하게 치우치는 것을 말한다. 편광은 그 치우치는 정도에 따라 직선편광, 원편광, 타원편광 등으로 나눈다. 이것이 중요한 이유는 이 파장의 세기에 따라 문자나 도형이 표현되기 때문이다. 이런 편광을 특정방향으로 선택적으로 통과시키는 것이 편광자이다. 여러 방향으로 나온 빛의 파장이 편광자를 통해서 한 방향으로 선택되므로 편광판의 역할은 편광자가 한다고 볼 수 있다(Figure 4)[11].

편광자를 둘러싸고 있는 보호층이 중요한데, 이는 빛을 무리없이 통과시켜야 하기 때문이다. 보호용 테이프는 이 표면의 보호층을 보호할 목적으로 사용된다. 편광자의 경우 PVA 필름을 주로 사용한다. 많은 필름이 일본의 영향을 받았고, 일본기술이 시장을 차지하고 있는 것이 이 편광필름 쪽인데, PVA 필름의 경우에는 Kuraray가 전세계 85%를 차지하고 있고, 나머지 15% 역시 Nippon Gohsei가 차지하고 있다. 편광자는 편광에 가장 중요한 기술

이기 때문에, 이를 개발하기 위한 국내업체의 노력도 상당하지만, 아직은 일본의 기술에 못 미치는 실정이다. 편광자를 보호하는 보호층의 필름인 TAC (triacyetyl cellulose) 필름 역시 일본의 기술이 전부이다. TAC 필름은 Fuji Film이 90% 이상 시장을 독점하고 있다. Konica Minolta가 나머지 소량을 공급하고 있다. TAC 필름의 경우 생산의 99%가 광학용으로 쓰이고 있으며, 따라서 일본의 공급이 없으면 LCD 생산 자체가 힘들어진다고 할 수 있다. 편광필름을 조립하여 편광판을 만드는 업체도 일본 업체가 많다. 시장의 선두주자는 Nitto Denko로 연 매출 1조 2천억 정도를 편광필름으로만 올리고 있다. 그 뒤를 TAC 필름 공급자인 Fuji Film이 1조 1천억 규모로 따라가고 있으며, 3M과 LG화학이 각각 연 규모 7천억 원 정도로 뒤쫓아 가고 있다. LG화학의 경우 LPL으로 공급이 증가하면서 편광필름 부분에 규모를 키우고 있는 실정이다[12].

3. 보호용 필름

광기능성 시트는 시트 자체에서 생산되어 조립이 되는 과정에서 아주 미세한 상처를 입거나 이물질이 묻어서는 안 된다. 따라서 시트 표면을 보호하는 보호용 테이프의 역할이 아주 큰데, 이 보호용 테이프에서 보호하는 능력 자체로만 놓고 봤을 때 가장 중요한 것이 바로 필름이다. 보호용 필름은 그 자체로서 내열성, 내구성이 있어야 할 뿐만 아니라, 주름이 지거나 필름의 골이 생겨서도 안되고, 필름 자체의 이물질 즉, 겔(gel) 등이 생겨서도 안된다. 그 이유는 광기능성 시트는 롤(Roll) 상태로 제작이 되어 시트단위로 절단공정을 지나 가게 되며, 롤 상태로 제작되면서 표면에 보호용 테이프가 붙게 되는데, 만약 연신 필름이 합지가 되면 절단 공정시 깔끔하게 절단되지 않을 뿐만 아니라 시트의 모서리 부분에 불필요한 압력을 줄 수 있게 된다[13]. 보호용 필

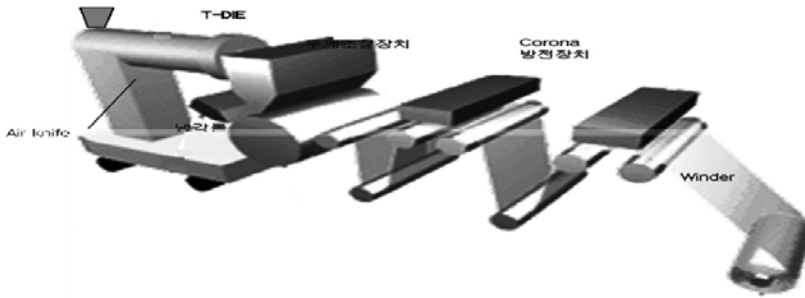


Figure 5. T-Die 공정도[6].

름에 비해 광 기능성 시트의 단가는 훨씬 높기 때문에, 보호용 필름 자체의 물성을 광기능성 시트에 맞추게 된다.

보호용 필름은 두 가지 타입으로 나눌 수 있는데, 점착 코팅 타입과 자기점착 공압출 타입이 그것인데, 코팅 타입으로는 PET와 CPP, PE가 있다. PET의 경우 편광판 최종 공정용으로 사용되고 있고, CPP, PE는 그 외의 광 기능성 시트 보호용으로 사용되고 있다. PET는 다른 필름에 비해 이물질이나 겔이 적어 불량률이 적지만, 필름 가격이 비싸 코팅 공정 후 업체 공급가격을 상정하기가 어렵다는 단점이 있다. 따라서 상대적으로 단가가 비싸고 높은 품질을 요구하는 편광판 보호용으로 많이 쓰이고 있다. CPP나 PE는 상대적으로 단가적인 이익은 있으나, 완벽한 품질을 만드는 것이 힘들다. PE는 80 μm 이상의 두꺼운 필름에서만 물성이 나오고, CPP는 얇은 두께에서도 물성이 나오지만, 겔이나 이물의 침투가 PET에 비해서 쉬운 편이다. 특히 두 가지 제품 다 수지의 영향을 많이 받는다. 내열성 면에서도 PET는 훌륭하지만, CPP는 PET에 비해 내열성이 떨어진다. PE의 경우 내열성이 약해서 프리즘 시트나 도광판 보호용으로는 사용이 힘들다.

프리즘 시트의 경우 보호용 필름으로 PET를 사용하기 힘든데, 그 이유는 PET의 물성이 너무 단단하기 때문에, 프리즘 시트 위의 격자 산이 손상을 받을 수 있어서 주로 사용되

는 필름이 CPP 필름이다. CPP 필름의 공정은 Figure 5와 같이 T-Die를 거쳐게 된다[6].

T-Die 공정은 원료 수지를 투입한 후 높은 온도에서 용융을 시키고 용융된 수지를 Die에 사출시켜 냉각물을 통해 냉각과 동시에 필름의 형태로 펴서 만든다. 이 때 가장 중요한 것이 두께 편차인데, 두께가 일정하지 않으면, 주름이나 골의 원인이 된다. 즉, 두께 조절이 평활도를 좌우하는데 큰 역할을 한다. 두께 조절을 하는 역할을 하는 것이 die로 T-Die 공정에서 die는 가장 중요한 장치가 된다. 겔을 제거하기 위하여 좋은 수지를 쓰는 것 만큼이나 필터링(filtering) 시스템도 중요하는데, 부득이 하게 나온 겔을 걸러내기 위한 필터링 방식으로 디스크 필터를 주로 쓴다. 디스크 필터는 수많은 디스크들이 필터 안에 자리잡고 미세한 이물도 걸러주는 장치로서 이물관리에 탁월한 효과가 있다.

또한 제품이 나올 때 CCD카메라 필름을 계속 검사하여 이물이 많은 필름은 회수하여 재생하는 방식을 택하고 있다. 국내에 많은 업체들이 CPP를 시도하고 있지만, 아직 일본에 비해 품질 차이가 있다.

PE의 경우 blow type으로 성형을 한다. blow type은 수지를 hopper에 집어넣고 수지를 용융시켜 방사형으로 수지를 뿜어내며 성형을 하는 방식이다(Figure 6)[6]. 필름을 만드는 가장 보편적인 방식이지만, 두께조절이 Die방식에 비해 어렵고 겔이 많이 발생하는



Figure 6. Blow type 공정도[6].

단점이 있다. PE는 LDPE (low density polyethylene)와 LLDPE (linear low density polyethylene)를 섞어서 사용하는데, LLDPE가 가격이 저렴하므로, LLDPE를 많이 사용하려고 노력한다. 하지만 LLDPE는 LDPE에 비해 연신이 좋기 때문에 많이 함유될 경우 필름이 늘어나는 성질이 있다. 따라서 LLDPE는 미량 사용되고 주로 LDPE가 많이 사용되며, 두꺼운 필름이 주로 사용된다. 확산판에 주로 사용되기 위해서는 최소 80에서 최대 100 μm 필름이 사용되고 있다.

자기점착 공압출 필름은 주로 3가지에서 많게는 5가지의 다른 수지 층으로 되어있다. 보통 3 layer의 제품이 많은데, 겉의 표면 층과 지지 층은 CPP로 되어있고, 마지막층은 점착력을 내는 EVA (ethylene vinylacetate) 층으로 이루어져 있다. 표면 층에는 표면처리 기능을 첨가하고 지지 층은 색깔을 내는 칩을 넣는 등의 처리를 한다. 자기점착 테이프의 경우 코팅방식과는 달리 한번에 점착력을 내는 공정이 끝나므로 생산성이 좋다. 따라서 생산단가가 낮고 제품가격이 저렴한 것이 장점이다. 하지만, 색깔을 내는 칩이 어떤 수지를 사용했느냐에 따라 이물 및 겔로부터 자유롭지 못하다. 그리고 EVA가 낼 수 있는 점착력에 한계가 있기 때문에 강한 점착력을 요구하는 도광판 혹은 확산판에는 사용하기가 어렵다. 대표적으로 사용되는 곳은 프리즘 시트의 후면으로 격자 산의 반대 면이라서 강한 점착력이

필요없다. 다만 젖음성(wetting)이 좋고 재부착력이 어느 정도 있어야 하는 것이 시장의 요구사항이다. 이 부분도 일본의 영향이 크데, Seikisui나 Sun-A가 시장을 주도하고 있고 국내에 중소기업체들도 시도하고 있다. 국내 필름의 경우 EVA층의 젖음성이 약해 일본제품보다 아직은 기술적인 노력이 필요한 실정이다.

4. 점착제

보호용 테이프에 적용이 되는 점착제는 열경화성 아크릴계 점착제와 고무계 점착제로 나눌 수 있다. 열 경화성 아크릴계 점착제는 점착제에, 열에 반응기를 가지고 있는 경화제를 투입하여 조성한 점착제로 높은 열을 주면 반응하여 적정한 점착력을 지니게 된다. 단일 성분으로 이루어지기 때문에 투명성이 좋고, 또 내구성이 좋다. 하지만 열경화성 점착제의 경우 분자량이 작고 반응성이 높은 관능기를 가지고 있다. 광기능성 시트의 경우 대부분의 피착판에 표면처리를 한다. 특히 대전방지 표면처리의 경우, 아크릴 점착제의 미반응기와 반응을 할 확률이 높다. 반응성이 높은 관능기끼리 반응하여 새로운 물성으로 변해버린다. 따라서 표면처리가 된 시트에는 열경화성 아크릴 점착제는 적합하지 않다[10,11].

고무계의 경우 가열을 하면 부드러워지지만, 완전하게 용융되지는 않는다. 그 이유는 사용되는 고무가 복잡하게 얽힌 분자구조를 가지고 있기 때문이다. 상대적으로 응집되는 성질은 강하되 끈적이지는 않다. 따라서 피착제 표면의 다른 반응기와 반응하기 어렵다. 또한 투명성이 떨어져서 오히려 광기능성 시트의 보호용으로 아크릴 수지의 투명한 점착제보다 각광받고 있다. 고무 분으로는 천연 고무, 합성 고무 등이 주로 사용된다. 고무 자체는 점착성이 약하기 때문에 점착부여수지(tackifier)를 첨가하여 피착제의 표면과 점착제의 표면

이 붙는 성질인 tack성을 높여주는데, 이런 점착부여수지로는 로진(rosin), 로진 유도체(modified rosin), 테펜(teprene) 수지 및 석유계 수지 등 분자량이 1,000 전후의 것이 사용된다. 고무 수지는 용제에 고무 고형분을 녹인 후 점착 부여수지를 첨가하여 녹이는 과정을 거치는데, 고분자량의 물질인 고무는 탱크의 impeller의 속도와 열에 영향을 받는다. 하지만 어느 정도가 되면 아무리 높은 열과 빠른 회전속도의 impeller에 의한 용융에도 영향을 받지 않는데, 합성고무일수록 이 현상이 두드러진다. 그 결과 높은 농도의 고무 뭉치들이 나오게 되는데, 이게 고무 점착제의 껍이 된다. 따라서 이런 성질을 교정하기 위한 첨가제가 들어가는데, 필요에 따라 충전제, 연화제, 가황제, 가교제, 노화방지제, 착색제 등을 첨가하게 된다. 고무 점착제를 용융하는 데에는 주로 톨루엔(toluene)이 사용되며, 몇 가지 추가 용제에 따라 점착성에 영향을 미친다. 광기능성 시트에 사용되는 보호용 테이프에 점착제는 점착력이 다른 시트에 비해 비교적 낮다. 그 이유는 높은 점착력을 보유할 경우 판 자체에 영향을 줄 수 있기 때문이다. 시트의 형태로 이루어져 있기 때문에 시트의 두께는 매우 얇으므로 피착시 강한 피착성은 판의 손상을 가져올 수 있다. 고무 점착제의 경우 점착 부여수지를 조정하여 점착력을 자유롭게 조절할 수 있기 때문에 점착력에 의한 문제를 많이 줄일 수 있다. 도광판이나 확산판의 경우 SUS 304 판의 점착력 기준으로 중간 점착력 범위의 점착력으로도 충분히 보호용 테이프가 적용이 될 수 있지만, 프리즘 시트의 경우는 낮은 점착력 범위 내에서 조절이 되어야 한다. 프리즘 시트의 경우 격자 산 부분은 반대 면보다 점착력 및 점착제의 특성이 잘 조절되어야 한다. 산의 피크가 점착제를 긁어낼 수 있고, 또 피크의 면적은 작으므로 낮은 점착력으로 잘 붙어있지 않게 된다. 또 지나치게 점착력이 높을 경우 판의 손상을 가져올 수 있으며, 너무 부드러울 경우 점착제의 잔유물이 피

크에 남을 수 있게 되어, 화소 불량으로 나타날 수 있다. 광기능성 시트로 사용될 수 있는 고무 원료로는 천연 고무보다 합성 고무 특히 SIS (Styrene-Isoprene-Styrene), SEBS (Styrene-Ethylene-Butadiene-Styrene), SBS (Styrene-Butadiene-Styrene) 등이 주로 쓰인다. 천연 고무의 경우에는 등급(Grade)에 따라 점착력이 고정적으로 유지가 되기 힘들고, 분자량이 너무 커서 점착력을 관리하기가 힘들뿐더러 등급마다 매번 점착제 조성이 바뀌게 될 수 있다. 하지만 합성 고무의 경우 물성이 일정하고 조건을 잡으면 꾸준히 설계한 대로 조성을 이어갈 수 있어 안정적인 생산이 가능하다 [16].

5. 코팅

코팅 방식에 있어서 고른 코팅방식을 할 수 있는 die coater, comma coater, micro gravure, gravure가 광기능성 시트의 보호용 테이프를 생산하는데 적합하다. Die coater의 경우 Die가 맞춰준 두께대로 점착제를 뿌려주는 방식으로 일본의 기계들이 비교적 정밀하다. 하지만 die coater의 생명인 Die 기술은 미국과 독일이 앞서 있다. Comma의 경우 점착제 판에 고인 점착제를 일정한 두께로 깎는 방식인데, 우리나라에 많은 기계 생산자들이 선호하는 방식이며, 주로 양면 테이프 업계에서 많이 사용되고 있다. Die보다 점착제의 소모량이 많고 또 긴 드라이 존을 가져야 하는 단점이 있지만, PET기재에는 적합한 코팅방식이다. Micro gravure나 gravure는 동일한 방식이지만, Micro gravure는 좀 더 정밀한 코팅이 가능하다. Gravure는 원래 인쇄를 코팅하던 방식이다. 인쇄의 경우 활자나 그림이 조금만 치우쳐도 불량품이 발생하기 때문에 매우 정교한 작업이 필요한데, gravure는 그런 정교한 코팅에서부터 출발한 방식이다. 동판에 원하는 모양을 식각하여 잉크를 바르던 방식인데, 거

기에 착안하여 필요한 만큼의 흡을 파고 점착제를 바르는 방식으로 응용되었다. 동판의 흡수에 따라 점착력이 조절되고 또 고무 점착제의 경우 점착제 자체가 점착력을 조절하는 데 용이하므로 gravure방식도 광기능성 보호용 테이프 제조 시 선호되는 방식이다. 코팅 과정 중 코팅공정만큼이나 중요한 것이 건조와 숙성이다. 건조는 점착제에 함유된 용제를 최대한 제거하고 점착제 고유의 성질이 남을 수 있도록 하는 과정이다. 높은 열을 가해서 휘발성이 좋은 용제가 제거되게끔 하는데, 그 의미는 반응성이 있는 용제를 날려 제품을 안정화시키는 것이다. 생산성이 좋게 하기 위해 드라이존을 25~30 m씩 길게 하기도 하지만, 생산 속도의 영향으로 한번에 모두 휘발되지는 않는다. 그래서 필요한 작업이 숙성과정인데, 숙성 과정에서 제품은 비로소 안정화 단계에 접어든다[17].

6. 각 시트별 보호용 테이프 적용

6.1. 편광판

편광판의 경우 적합한 보호용 테이프는 PET가 기재 필름이어야 한다. PET 표면은 대전방지 처리와 내 오염처리가 요구되므로, 크린룸(clean room)이 완비된 coater가 작업이 가능하다. 원단 필름에 이물질이나 겔 관리가 철저히 되어야만 한다. 점착제는 내열성과 내후성이 좋은 아크릴 점착제가 사용되고 경시변화가 있어선 안 된다. PET 이형필름이 사용된다. 그 이유는 이물을 막기 위함이며 이형필름에 사용된 실리콘은 전이가 되지 않아야 한다. 현재 시장 점유율은 편광판을 가장 많이 생산하는 Nitto-Denko가 자체 생산 및 사용하고 있으며, 그 밖에 Fuji Film과 Teijin-Dupont이 나머지를 차지하고 있지만, 일본 외에 대만이나 한국은 가격적인 측면에서 이득이 있는 Sun-A 보호용 테이프를 주로 쓰고 있다.

6.2. 프리즘 시트

프리즘 시트의 경우, 격자 산이 있는 표면의 기재는 CPP를 사용한다. 절단 공정 시의 작업의 원활성을 위해 무 연신 필름이어야 한다. 시트 표면 처리에 반응을 막기 위해 고무계 점착제를 사용해야 하며, 각 업체마다 이물 기준은 다르지만, 엄격한 크린룸 내에 Coater에서 작업을 해야 한다. 아크릴 점착제를 사용할 경우 표면의 성분과 반응성이 없는 점착제를 선정해야 한다. 격자 산이 없는 반대면의 경우 자기점착 필름인 EVA타입을 주로 쓴다. 이 부분의 보호용 테이프는 시트에 영향이 크지 않으므로 가격적인 이득이 큰 자기점착 필름을 사용한다. 현재 프리즘 시트 보호용 테이프 시장은 Hitachi Chemical과 Nitto Denko가 가장 많은 부분을 차지하고 있다. 국내 업체도 이 부분에서는 많은 발전이 있어 향후 보편화가 될 수 있는 부분이다. 자기점착의 경우, 일본의 Sun-A, Smiron, Seikisui가 앞서고 있으나, 이 역시 우리나라 업체들의 투자가 원활히 이루어져 보편화가 곧 이루어질 예정이다.

6.3. 도광판

도광판의 경우 기재가 아크릴 판이고 다른 시트에 비해 두꺼우므로, 다소 점착력이 강한 PE나 CPP 필름을 사용할 수 있다. PE의 경우 도광판의 표면처리에 아무런 반응성이 없고, 판 단위로 작업을 하므로 두께가 80 μm 이상 되는 두꺼운 필름을 사용해야 하며, 연신이 많이 될 경우 작업이 원활하지 못하므로 무 연신에 가까운 LDPE가 많이 함유된 필름을 사용해야 한다. 도광판 보호필름의 경우 크린룸에서 작업이 원활하게 되면, 국내에서 충분히 공급이 가능한 제품이다. 일본의 경우 Smiron, Hitachi Chemical, Seikisui 등이 주요 공급업체이다.

6.4. 확산판

확산판 보호용 테이프는 아크릴 우레탄으로 된 코팅면과 PMMA판을 보호하는 두 가지

종류가 있다. 내열성과 내후성이 요구되며, CPP 필름에 반응성이 적은 아크릴 점착제를 코팅한다. 두 종류가 서로 다른 점착력을 가지고 있어야 작업이 용이해진다. 크린룸이 잘 갖춰진 라인에서의 작업이 요구된다. 다만 현재 보호용 테이프 없이 바로 생산공정에 도입되는 것이 연구되고 있어, 향후 보호용 테이프가 필요 없게 될 수 있다. 현재 시장에선 국내 업체가 30% 정도를 점유하고 있고, Seikisui, Smiron, Sun-A가 다량 공급을 하고 있다.

6.5. 반사판

반사판은 은을 코팅하기 때문에 반응성이 약한 점착제를 사용한 CPP 필름을 주로 이용한다. 반사판 역시 보호용 테이프가 없이 공정에 투입되는 것이 연구되고 있어서 향후에는 보호용 테이프의 수요가 줄어들 것으로 보고 있다.

6.6. 기능성 시트

도광판과 프리즘 시트가 합쳐진 프리즘 도광판 같은 경우 격자 부분은 프리즘 격자 산 보호용 테이프를 적용하고 반대 면은 도광판 적용 보호용 테이프를 적용한다. 최근 많은 업체들이 생산성 증대와 단가 인하를 위해 시트를 합치는 경향이 있기 때문에 보호용 테이프의 수요가 줄 가능성이 있다.

7. 결 론

보호용 테이프는 PE를 주로 생산하는 순수한 의미의 보호목적의 점착테이프였다. 하지만 그 동향은 피착제에 따라 위상차가 생기게 되었다. 광 기능성 보호용 테이프는 기존에 PE 기재로 사용되었던 보호용 테이프의 수준을 넘어선 기능성 테이프의 의미로 다가가야 한다. PE에 아크릴 점착제를 코팅하던 수준에서 크린룸 아래 까다로운 작업 공정을 거쳐야만

고객이 만족하는 품질이 나오기 때문이다. 앞으로 산업이 발전하고 점점 더 피착제의 수준이 올라갈 것이다. 그에 따라 부자재인 보호용 테이프 산업도 점점 더 높은 기술수준을 요구받게 될 것이다. 현재 일본은 수지공정부터 보호용 테이프까지 대기업에서 투자하고 연구하여, 피착제에 도움을 주고 있다. 한국도 근본적인 기술에서부터 투자가 이루어져야만 일본과의 격차를 줄여나갈 수 있고, 세계 1위의 디스플레이 시장을 지킬 수 있는 근간이 될 것이다.



참 고 문 헌

1. 한국전자산업진흥회, *중소형 LCD* (2000).
2. 화학경제연구원, *전기전자용 고투명 필름 시장분석 2004~2012* (2007).
3. 김영우, 권영규, *전자 디스플레이 산업동향* (2004).
4. Data from Display Bank (2006).
5. 전자부품연구원, *일본의 LCD부품소재 산업동향*, pp. 4~13 (2003).
6. 삼지산업 기술자료(www.samji.net).
7. 전자정보센터(www.eic.re.kr).
8. 이준우, 박창걸, 고병열, *광학필름*, pp. 5~31, 한국과학기술정보연구원 (2003).
9. TFT-LCD용 편광필름, pp. 2~11, 한국과학기술정보연구원 (2005).
10. Displaybank, *대형 TFT-LCD 패널 수요공급분석 및 전망*, pp. 7~51, 10th Edition (2007).
11. 윤성희, Raman 분광법을 이용한 display 분석, *화학소재고장분석 요소기술 Vol. 2*, pp. 67~118 (2007).
12. 제일모직, *편광필름*, 세미나자료 (2007).
13. 3M Optical Systems, *3M Optical Enhancement Films*, 세미나자료 (2002).
15. 특허출원 제 2007-498835호
16. 일본점착학회, *점착제 핸드북*, pp. 337~354 (1991).

17. 김현철, 이영천, 임종주, 박상권, 수계 아크릴 접착제에서 건조 및 숙성조건이 접착물

성에 미치는 영향, Applied Chemistry, 3, pp. 192 (1999).

※ 저자 소개



송 현 석

2001~2005 University of Tennessee at Knoxville 재료공학과 학사
2006~현재 서울대학교 환경재료과학 전공 석사과정



임 동 혁

1999~2003 서울대학교 임산공학과 학사
2003~2005 서울대학교 임산공학과 석사
2005~현재 서울대학교 환경재료과학 전공 박사과정



권 혁 진

1987~1995 한양대학교 화학공학과 학사
1995~1998 한양대학교 화학공학과 석사
1998~2000 (주)한양유화 기술연구소
2001~2004 (주)화인케믹스
2004~현재 (주)삼지산업 기술연구소 근무



김 현 중

1983~1987 서울대학교 임산공학과 학사
1987~1989 서울대학교 임산공학과 석사
1992~1995 일본 동경대학교 생물재료과학과 박사
1995~1996 미국 버지니아주립 공과대학 화학과 및 Center for Adhesive & Sealant Science 박사 후 연구원
1996~1999 미국 뉴욕주립대학(@Stony Brook) 재료공학과 연구조교수, NSF-Center for Polymer at Engineered Interface 연구조교수 겸 책임연구원
1996~1998 미국 Brookhaven National Lab. 물리학과 겸임연구원
1999~현재 서울대학교 산림과학부 환경재료과학 전공 부교수



박 영 준

1994~2001 충북대학교 공업화학과 학사
2001~2003 서울대학교 임산공학과 석사
2004~현재 서울대학교 환경재료과학 전공 박사과정